

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

10.9.2004

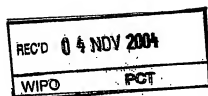
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年12月 4日

出願番号
Application Number: 特願2003-405507
[ST. 10/C]: [JP 2003-405507]

出願人
Applicant(s): ローム株式会社

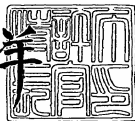


**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (a) OR (b)

2004年10月22日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川 洋



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2004-3095557

【書類名】 特許願
【整理番号】 RHM03-237
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿
【国際特許分類】 H05B 33/14
H05B 33/26
G09F 9/30 343
G09F 9/30 365

【発明者】
【住所又は居所】 京都府京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ローム株式会社内
【氏名】 田中 治夫
【特許出願人】
【識別番号】 000116024
【氏名又は名称】 ローム株式会社
【代表者】 佐藤 研一郎
【代理人】
【識別番号】 100119677
【弁理士】
【氏名又は名称】 岡田 賢治
【電話番号】 03-3575-2752
【選任した代理人】
【識別番号】 100115794
【弁理士】
【氏名又は名称】 今下 勝博
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 202154
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0305762

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

基板上に設けられた複数の表示素子を備えた有機エレクトロルミネセンス表示装置であって、前記表示素子のそれぞれは、前記基板上に配置された第 1 電極要素と、前記第 1 電極要素に隣接して配置された第 2 電極要素と、前記第 1 電極要素と前記第 2 電極要素とによって与えられる電界により発光し、且つ前記第 1 電極要素及び前記第 2 電極要素の双方を覆うように前記基板上に形成された有機発光要素と、前記第 1 電極要素と前記第 2 電極要素との間に配置されており、少なくとも前記第 1 電極要素と前記第 2 電極要素とを前記基板の平面方向に絶縁分離するセパレータと、を有し、カーボンナノチューブが前記有機発光要素に混入されている有機エレクトロルミネセンス表示装置。

【請求項 2】

前記セパレータより前記第 1 電極要素側の前記有機発光要素内で前記有機発光要素を横切る面と前記第 1 電極要素との間に前記カーボンナノチューブが混入されていることを特徴とする請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネセンス表示装置。

【請求項 3】

前記セパレータより前記第 2 電極要素側の前記有機発光要素内で前記有機発光要素を横切る面と前記第 2 電極要素との間に前記カーボンナノチューブが混入されていることを特徴とする請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネセンス表示装置。

【請求項 4】

前記セパレータより前記第 1 電極要素側の前記有機発光要素内で前記有機発光要素を横切る面と前記第 1 電極要素との間、及び前記セパレータより前記第 2 電極要素側の前記有機発光要素内で前記有機発光要素を横切る面と前記第 2 電極要素との間に前記カーボンナノチューブが混入されていることを特徴とする請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネセンス表示装置。

【請求項 5】

前記セパレータより前記第 1 電極要素側の前記有機発光要素内で前記有機発光要素を横切る面と前記第 2 電極要素との間に前記カーボンナノチューブが混入されていることを特徴とする請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネセンス表示装置。

【請求項 6】

前記セパレータより前記第 2 電極要素側の前記有機発光要素内で前記有機発光要素を横切る面と前記第 1 電極要素との間に前記カーボンナノチューブが混入されていることを特徴とする請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネセンス表示装置。

【請求項 7】

前記第 1 電極要素及び前記第 2 電極要素のうち少なくとも一方は、透明に形成されていることを特徴とする請求項 1、2、3、4、5 又は 6 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネセンス表示装置。

【請求項 8】

前記第 1 電極要素及び前記第 2 電極要素共に、抵抗率が $10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ より小さい材料により構成されていることを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6 又は 7 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネセンス表示装置。

【請求項 9】

帯形状の前記第 1 電極要素が複数個列状に配置され、これらの前記第 1 電極要素に交差するようにして絶縁層を介して帯形状の前記第 2 電極要素が複数個列状に配置されたことを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7 又は 8 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネセンス表示装置。

【請求項 10】

前記第 1 電極要素上に前記第 1 電極要素と交差する帯形状の溝が複数個列状に設けられ

、それぞれの前記溝に前記絶縁層を介して前記第2電極要素が配置され、前記第1電極要素と前記有機発光要素との境界及び前記第2電極要素と前記有機発光要素との境界の前記基板からの高さが略等しいことを特徴とする請求項9に記載の有機エレクトロルミネセンス表示装置。

【請求項11】

前記第1電極要素については、前記有機発光要素に隣接してホール輸送機能及びホール注入機能のうち少なくとも一方の機能を有する陽極側機能要素を、及び前記第2電極要素については、前記有機発光要素に隣接して電子輸送機能及び電子注入機能のうち少なくとも一方の機能を有する陰極側機能要素を、前記第1電極要素及び前記第2電極要素のうち少なくとも一方の電極要素が備え、且つ前記第1電極要素は陽極として機能し、前記第2電極要素は陰極として機能することを特徴とする請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9又は10のいずれかに記載の有機エレクトロルミネセンス表示装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】有機エレクトロルミネセンス表示装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機エレクトロルミネセント発光する表示素子を用いた有機エレクトロルミネセンス表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、有機エレクトロルミネセント発光を利用した有機エレクトロルミネセンス表示装置（以下、「エレクトロルミネセンス」を「EL」とする。）の開発が進んでいる。従来の有機EL表示装置に使用される表示素子は、有機発光する発光層を陽極電極と陰極電極によって挟む構造となっている（例えば、特許文献1参照。）。

【0003】

図11に従来の有機EL表示装置に使用される表示素子の概略構成図を示す。従来の表示素子100は、ガラス等の透明な絶縁材料からなる基板101と、基板101上に設けられた陽極電極102としての透明電極と、有機発光する発光層104と、陽極電極102と発光層104との接合性を良好にするバッファ層としてのホール輸送層103と、アルミニウム等の仕事関数が小さい材料からなる陰極電極106と、陰極電極106と発光層104との接合性を良好にするバッファ層としての電子輸送層105と、等を備えている。

【0004】

発光層104で発光した光は、基板101の側及び極薄くした陰極電極106の側から外部に出射され、又は陰極電極106によって反射され基板101の側から出射される。このとき、表示素子100では、発光層104で発光した光が、陰極電極106若しくは透明電極及び基板101を透過するために、陰極電極106及び基板101での反射や吸収により透過光の光量は発光層104で発光した光の光量より小さくなる。また、陽極電極102である透明電極としてITOを用いると、ITOは可視光の長波長側を透過しやすい波長選択性を有している場合があり、出射光に赤みがかかることがある。

【0005】

そこで、上記問題を解決する表示素子を開発した。図12に上記問題を解決する表示素子の概略構成図を示す。図12に示す表示素子200では、基板201上に陽極電極202と陰極電極206とが並置され、その上に陽極電極202及び陰極電極206を覆うように発光層204が形成されている。また、陽極電極202と陰極電極206とを基板平面方向に絶縁分離するためにセパレータ203が設けられている。この表示素子200では、発光層204で発光した光を基板201等の部材を透過させずに、基板201とは反対の側から直接出射させることができるために、光量の減少や出射光に赤みがかかる等の光のスペクトラムの変化を引き起こすことがない。

【0006】

しかし、陽極電極202及び陰極電極206を並置したために、発光層204内を移動する電子及びホールの移動距離が長くなってしまふ。電子及びホールの移動距離が長くなると、表示素子200の駆動電圧を大きくしなくてはならず、発光層204を表示素子200の駆動電圧に対して効率的に発光させることが困難となる。

【特許文献1】特開2001-43980号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

そこで、本発明では、有機発光要素で発光した光の光量の減少を抑制できる構造を有する表示素子を備える有機EL表示装置であって、駆動電圧が小さく、効率的に発光させることが可能な有機EL表示装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明に係る有機EL表示装置では、陽極電極と陰極電極とを基板上に隣接して配置し、陽極電極及び陰極電極を覆うように有機発光要素を形成した。さらに、有機EL表示装置の駆動電圧を小さくするために有機発光要素の一部にカーボンナノチューブを混入した。

【0009】

カーボンナノチューブはグラファイトシートが直径数nmのチューブ形状となった炭素からなる物質で、電気伝導度が鉄、銅等の金属に比べて大きいことが知られている。このカーボンナノチューブを有機発光要素の一部に混入することで有機発光要素内を移動する電子及びホール移動度が向上し、有機発光要素の単位体積当たりの抵抗値が減少することが期待できる。

【0010】

このため、有機発光要素中の発光する領域である発光部に電圧が集中して駆動電圧を小さくしつつ発光効率の向上が期待できる。

【0011】

具体的には、本発明に係る有機EL表示装置は、基板上に設けられた複数の表示素子を備えた有機EL表示装置であって、前記表示素子のそれぞれは、前記基板上に配置された第1電極要素と、前記第1電極要素に隣接して配置された第2電極要素と、前記第1電極要素と前記第2電極要素とによって与えられる電界により発光し、且つ前記第1電極要素及び前記第2電極要素の双方を覆うように前記基板上に形成された有機発光要素と、前記第1電極要素と前記第2電極要素との間に配置されており、少なくとも前記第1電極要素と前記第2電極要素とを前記基板の平面方向に絶縁分離するセパレータと、を有し、カーボンナノチューブが前記有機発光要素に混入されている有機EL表示装置である。

【0012】

上記発明により、有機EL表示装置が、有機発光要素で発光した光を有機発光要素から直接出射させることができる構造となるため、出射光の光量の減少を抑制でき、且つ出射光に赤みがかかる等の出射光のスペクトラムの変化を引き起こすことがなくなる。また、有機発光要素に混入したカーボンナノチューブにより有機EL表示装置の駆動電圧を小さくすることができる。

【0013】

本発明の他の有機EL表示装置は、前記セパレータより前記第1電極要素側の前記有機発光要素内で前記有機発光要素を横切る面と前記第1電極要素との間に前記カーボンナノチューブが混入されている。

【0014】

カーボンナノチューブを上記位置に混入することで、カーボンナノチューブ混入部分でのホール移動度を高め、第1電極要素と第2電極要素との間での有機発光要素の電気抵抗値を小さくすることができる。

【0015】

また、本発明の他の有機EL表示装置は、前記セパレータより前記第2電極要素側の前記有機発光要素内で前記有機発光要素を横切る面と前記第2電極要素との間に前記カーボンナノチューブが混入されている。

【0016】

カーボンナノチューブを上記位置に混入することで、カーボンナノチューブ混入部分での電子の移動度を高めることにより、カーボンナノチューブ混入部分が電子源となり、有機発光要素内の発光部に印加電圧を集中させることができ、有機EL表示装置の駆動電圧を小さくすることができる。

【0017】

また、本発明の他の有機EL表示装置は、前記セパレータより前記第1電極要素側の前記有機発光要素内で前記有機発光要素を横切る面と前記第1電極要素との間、及び前記セパレータより前記第2電極要素側の前記有機発光要素内で前記有機発光要素を横切る面と

前記第2電極要素との間に前記カーボンナノチューブが混入されている。

【0018】

カーボンナノチューブを上記位置に混入することで、カーボンナノチューブ混入部分でのホール移動度を高め、第1電極要素と第2電極要素との間での有機発光要素の電気抵抗値を小さくできると共に、カーボンナノチューブ混入部分での電子の移動度を高めることにより、カーボンナノチューブ混入部分が電子源となり、有機発光要素内の発光部に印加電圧を集中させることができ、有機EL表示装置の駆動電圧を小さくすることができる。

【0019】

また、本発明の他の有機EL表示装置は、前記セパレータより前記第1電極要素側の前記有機発光要素内で前記有機発光要素を横切る面と前記第2電極要素との間に前記カーボンナノチューブが混入されている。

【0020】

カーボンナノチューブを上記位置に混入することで、カーボンナノチューブ混入部分での電子の移動度を高めることにより、カーボンナノチューブ混入部分が電子源となり、有機発光要素内の発光部に印加電圧を集中させることができ、有機EL表示装置の駆動電圧を小さくすることができる。

【0021】

また、本発明の他の有機EL表示装置は、前記セパレータより前記第2電極要素側の前記有機発光要素内で前記有機発光要素を横切る面と前記第1電極要素との間に前記カーボンナノチューブが混入されている。

【0022】

カーボンナノチューブを上記位置に混入することで、カーボンナノチューブ混入部分でのホール移動度を高め、第1電極要素と第2電極要素との間での有機発光要素の電気抵抗値を小さくすることができる。

【0023】

また、前記有機EL表示装置において、前記第1電極要素及び前記第2電極要素のうち少なくとも一方は、透明に形成されていることが望ましい。

【0024】

基板として透明材料からなるものを使用することによって、有機発光要素内で発光した光を、透明に形成された電極要素を透過して基板の側から出射させることが可能となり、有機EL表示装置の両面を表示面とすることができる。

【0025】

また、前記有機EL表示装置において、前記第1電極要素及び前記第2電極要素共に、抵抗率が $10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ より小さい材料により構成されていることが望ましい。

【0026】

第1電極要素及び第2電極要素共に上記材料により構成することで、有機発光要素と第1電極要素及び第2電極要素との接合性を良好にし、有機発光要素を有機EL表示装置の駆動電圧に対して効率的に発光させることができる。

【0027】

また、前記有機EL表示装置において、帯形状の前記第1電極要素を複数個列状に配置し、これらの前記第1電極要素に交差するようにして絶縁層を介して帯形状の前記第2電極要素を複数個列状に配置することが望ましい。

【0028】

第1電極要素と第2電極要素とをマトリクス状に配置して映像表示の可能な有機EL表示装置を提案したものである。

【0029】

また、前記有機EL表示装置において、前記第1電極要素上に前記第1電極要素と交差する帯形状の溝が複数個列状に設けられ、それぞれの前記溝に前記絶縁層を介して前記第2電極要素が配置され、前記第1電極要素と前記有機発光要素との境界及び前記第2電極

要素と前記有機発光要素との境界の前記基板からの高さが略等しいことが望ましい。

【0030】

第1電極要素と第2電極要素との電極面を一致させることで有機発光要素内を移動する電子の移動距離が、第2電極要素からの厚みを同じにして形成した有機発光要素内を移動する電子の移動距離より短くなり、有機発光要素を有機EL表示装置の駆動電圧に対して効率的に発光させることができる。

【0031】

また、前記有機EL表示装置において、前記第1電極要素については、前記有機発光要素に隣接してホール輸送機能及びホール注入機能のうち少なくとも一方の機能を有する陽極側機能要素を、及び前記第2電極要素については、前記有機発光要素に隣接して電子輸送機能及び電子注入機能のうち少なくとも一方の機能を有する陰極側機能要素を、前記第1電極要素及び前記第2電極要素のうち少なくとも一方の電極要素が備え、且つ前記第1電極要素は陽極として機能し、前記第2電極要素は陰極として機能することが望ましい。

【0032】

第1電極要素と有機発光要素との間及び第2電極要素と有機発光要素との間にバッファ層を介することで、第1電極要素と有機発光要素及び第2電極要素と有機発光要素との接合性を良好にし、有機発光要素を有機EL表示装置の駆動電圧に対して効率的に発光させることができる。

【発明の効果】

【0033】

本発明の有機EL表示装置では、有機発光要素で発光した光の光量の減少を抑制できる構造を有する表示素子を備える有機EL表示装置であって、有機EL表示装置の駆動電圧を小さくすることができる。また、有機発光要素を有機EL表示装置の駆動電圧に対して効率的に発光させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

以下、図を参照して本発明の実施の形態について具体的に説明するが、これらの記載に限定して解釈されない。

【0035】

(実施の形態1)

図1に、本発明の有機EL表示装置の構成単位である表示素子の概略構成図を示す。図1に示す表示素子20は、基板30上に配置された第1電極要素としての陽極電極31と、陽極電極31に隣接して配置された第2電極要素としての陰極電極32と、陽極電極31及び陰極電極32によって与えられる電界により発光し、且つ陽極電極31及び陰極電極32の双方を覆うように基板30上に形成され、一部にカーボンナノチューブが混入された有機発光要素としての有機発光層38と、陽極電極31と陰極電極32との間に配置されており、少なくとも第1電極要素と第2電極要素とを基板30の平面方向に絶縁分離するセパレータ42と、を有する。この他に、有機発光層38との接合性を良好にする陽極側機能要素としてのホール注入層35及びホール輸送層34を第1電極要素が有し、有機発光層38との接合性を良好にする陰極側機能要素としての電子注入層36及び電子輸送層37を第2電極要素が有しているもよい。また、それぞれの表示素子20を絶縁分離する絶縁部材41を設けてもよい。

【0036】

図1に示す表示素子20では、有機発光層で発光した光の表示素子からの出射光の減少やスペクトラムの変化等の従来からの課題を解決するために、基板30、陽極電極31及び陰極電極32、有機発光層38、の順に積層されている。このように表示素子20の構造により、積層方向を第1方向、それとは反対の方向を第2方向として、有機発光層38で生じた光を基板30や電極を透過させることなく、有機発光層38から第1方向に直接光を取り出すことができる。従って、電極や基板を透過させて出射させる場合に比べ、屈折率差による反射損や吸収による透過損を少なくできるため、最終的に外部に出射される

光の出射効率の向上が期待できる。また、電極等を透過させずに光を出射させることができるので、出射光のスペクトラムの変化を引き起こすことがなくなる。

【0037】

しかし、陽極電極31及び陰極電極32を隣接して配置したために、有機発光層38内を移動する電子及びホール移動距離が長くなってしまふ。電子及びホール移動距離が長くなると、表示素子20の駆動電圧を大きくしなくてはならず、有機発光層38を表示素子20の駆動電圧に対して効率的に発光させることが困難となる。そこで、本実施の形態では、有機発光層38の一部にカーボンナノチューブを混入した。このことについては後述する。

【0038】

基板30は、表示素子20が形成される第1面と、陽極電極31及び基板30を透明な材料で形成した場合に出射面の1つとなり得る第2面とを有している。以下、この基板30の第2面を透過して出射される光の向きを第2方向、その逆へ出射される光の向きを第1方向とする。基板30は、絶縁材料を用いることができる。例えば、透明なガラス、プラスチック、プラスチックフィルム等が挙げられる。基板30を透明にすることで、有機発光層38で発光した光を第2方向へ取り出すことが可能となる。また、有機発光層38で発光した光を第1方向に取り出すことができるため、不透明材料を基板30として使用してもよい。そのため、基板30として不透明だが熱拡散率の高いシリコン基板を使用することもできる。基板30としてシリコン基板を採用することにより有機発光層38の熱的な劣化を抑制し、表示素子20の寿命を長くすることができる。

【0039】

陽極電極31は、基板30を覆って形成されている。このとき、陽極電極31としてITO等の透明な電極を用いることで、基板30を透明な材料とすることにより、有機発光層38で発光した光を第2方向に出射させることができる。また、有機発光層38で発光した光を第1方向に取り出すことができるため、陽極電極31として銅（抵抗率 $1.67 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ ）やアルミニウム（抵抗率 $2.655 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ ）等の不透明だが抵抗率が $10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ より小さい材料も用いることができるので、低い駆動電圧で効率よく有機発光層38を発光させることができる。

【0040】

陰極電極32は、陽極電極31上に設けられた溝43に絶縁層33を介して配置されている。陰極電極32を溝43の中に配置することで、陽極電極31と陰極電極32との電極面を略一致させることができる。電極面に高低差がなくなること、陽極電極31及び陰極電極32上に形成される有機発光層38の厚みを減少させることができ、有機発光層38の体積の3乗に反比例して下がる電子の移動度の減少を抑制することができる。第1電極要素が陽極として機能する場合は、第2電極要素は陰極として機能する。このとき、陰極電極32としては、反射率が高く、且つ有機発光層38への電子注入を良好にするために、仕事関数又は電子親和力が小さい材料を採用することが望ましい。例えば、マグネシウム-銀合金、アルミニウム-リチウム合金等の材料を用いることができる。さらに抵抗率が $10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ より小さい銅（抵抗率 $1.67 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ ）やアルミニウム（抵抗率 $2.655 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ ）等の材料を用いることができる。抵抗率が $10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ より小さい材料を陰極電極32として用いることで低い駆動電圧で効率よく有機発光層38を発光させることができる。

【0041】

セパレータ42は、第1電極要素と、第2電極要素とを基板30の平面方向に絶縁分離するために設けられている。セパレータ42を設けることで、陽極電極31から誘導されるホール及び陰極電極32から誘導される電子の移動を確実にし、有機発光層38に電子及びホールを適切に誘導することができる。

【0042】

陽極側機能要素は、第1電極要素としての陽極電極31からのホール注入効率を向上させるホール注入層35と、電子障壁としての機能を有するホール輸送層34とを有する。

ホール注入層35の材料としては、例えば、アリアルアミン類、フタロシアン類(銅フタロシアン)が挙げられる。また、ホール輸送層34の材料としては、例えば、アリアルアミン類が挙げられる。

【0043】

陰極側機能要素は、陰極電極32からの電子注入効率を向上させる電子注入層36と、ホール障壁としての機能を有する電子輸送層37とを有する。電子注入層36の材料としては、例えば、リチウム等のアルカリ金属、フッ化リチウム、酸化リチウム、リチウム錯体が挙げられる。また、電子輸送層37の材料としては、例えば、アルミ錯体、オキサジアゾール類、トリアゾール類、フェナントロリン類が挙げられる。

【0044】

有機発光層38は、陽極電極31及び陰極電極32によって与えられる電界により発光する発光部60を有する。発光部60は、有機発光層38内を移動する電子及びホールの再結合により励起され、高効率に発光する部分である。よって、蛍光性あるいは燐光性の強い発光特性を有する化合物が有機発光層38として用いられる。有機発光層38は、それ自身の発光能力は低いが、成膜性が高く、発光性の高い別の材料と混合して用いられるホスト材料と、それ自身の発光能力は高いが、単独では成膜できないドーパント色素と、を備えていてもよい。ホスト材料としては、例えば、アルミニウム錯体が挙げられる。また、ドーパント色素としては、例えば、ベリレン(赤色発光材料)、ルブレリ(橙色発光材料)が挙げられる。このとき、ドーパント色素材料は、ホスト材料の分子の励起エネルギーレベルが、ドーパント色素分子の励起エネルギーレベルよりも高いことが材料選択の条件となる。また、有機発光層38には、一部にカーボンナノチューブが混入されている。

【0045】

カーボンナノチューブは、グラファイトシートが直径数nmのチューブ形状となった炭素からなる物質で、複数のチューブが重なって形成される多層のものと、1つのチューブのみの単層のものと、がある。カーボンナノチューブは、例えば、炭素アーク放電、炭素レーザー蒸発、炭化水素ガスの熱分解、プラズマCVD (Chemical Vapour Deposition) 法、電子線照射法等の合成方法によって生成することができる。単層カーボンナノチューブには、炭素の結合の仕方によって、カイラル型、アームチューブ型、ジグザグ型の3つに分類される。このとき、アームチューブ型及びジグザグ型のカーボンナノチューブは金属的な電気伝導性を有し、カイラル型のカーボンナノチューブは半導体的な電気伝導性を有する。本実施の形態では、金属的な電気伝導性を有するアームチューブ型、ジグザグ型のカーボンナノチューブを用いることが望ましい。カーボンナノチューブの電気伝導度が極めて高いために、カーボンナノチューブを混入した有機発光層38の電気抵抗値を、カーボンナノチューブを混入しない有機発光層の電気抵抗値よりも小さくことができ、有機発光層38を表示素子20の駆動電圧に対して効率よく発光させることができる。

【0046】

本実施の形態では、セパレータ42より陽極電極31側の有機発光層38内で有機発光層38を横切る面とホール輸送層34との間にカーボンナノチューブを混入してカーボンナノチューブ入り有機発光層51を形成した。例えば、図1に示すように、ホール輸送層34を覆うようにカーボンナノチューブを有機発光層38に混入する。図2及び図3は、有機発光層38のカーボンナノチューブ混入部の他の形態の拡大略図を示したものであるが、図1に示す他に、図2、図3に示すようにカーボンナノチューブを有機発光層38に混入してもよい。このことについては後述する。

【0047】

まず、図1に示すカーボンナノチューブ入り有機発光層51は、カーボンナノチューブの仕事関数が小さいことから、ホール輸送層34との接合性を良好にし、ホールの移動度を向上させる機能を有する。カーボンナノチューブをホール輸送層34を覆うように混入すると、カーボンナノチューブ入り有機発光層51とホール輸送層34との接合部の全域

で、接合性を良好にすることができる。ホールと電子の有機発光層 38 内での移動度を比較すると、相対的に電子の移動度のほうが高いために、カーボンナノチューブを有機発光層 38 に混入する前は、ホール輸送層 34 と有機発光層 38 との境界付近でホール及び電子が再結合すると思われる。カーボンナノチューブを有機発光層 38 に混入してホールの移動度を向上させると、ホールをカーボンナノチューブ入り有機発光層 51 の境界面のうちホール輸送層 34 と反対の側の面付近に貯留させ易くし、ホール及び電子の再結合の位置がカーボンナノチューブ入り有機発光層 51 の境界面のうちホール輸送層 34 と反対の側の面付近になることが想定され、有機発光層 38 で発光した光を第 1 方向に出射させるときに有機発光層 38 を透過する距離が短くなり、光の出射効率を向上させることができる。なお、カーボンナノチューブがホール輸送層 34 を略覆っていれば、図 2 に示すように、カーボンナノチューブ入り有機発光層 51 a、51 b に隙間があっても、ホールをカーボンナノチューブ入り有機発光層 51 a、51 b の境界面のうちホール輸送層 34 と反対の側の面付近に貯留させ易くする効果は充分に発揮させることはできる。

【0048】

また、カーボンナノチューブは、図 3 に示すように、ホール輸送層 34 と接しない位置に混入してもよい。このとき、カーボンナノチューブは、有機発光層 38 を横切るように混入することが望ましい。図 3 に示すカーボンナノチューブ入り有機発光層 51 は、カーボンナノチューブが電子の移動度を高める機能を有することから、カーボンナノチューブ入り有機発光層 51 は、カーボンナノチューブが混入していない有機発光層 38 と比べて電気抵抗値が低くなる。そのため、カーボンナノチューブを混入していない有機発光層を有する表示素子 20 に比べて駆動電圧を小さくすることができる。

【0049】

このように、カーボンナノチューブを有機発光層 38 に混入することによって、表示素子 20 の駆動電圧を減少させ、また、表示素子 20 の駆動電圧に対する有機発光層 38 の発光効率を向上させることができる。また、有機発光層 38 で発光する光の発光位置の微調整が可能となると考えられる。

【0050】

有機発光層 38 は、例えば、インクジェット法により形成することができる。インクジェット法は、インクジェットのヘッドから有機物材料の溶液を落として有機発光層 38 を形成する方法である。このとき、カーボンナノチューブは、有機物材料の溶液と混ぜ合わせておくだけでよい。まず、カーボンナノチューブを混入していない有機発光層 38 を形成して、その上にカーボンナノチューブを混入した有機物材料の溶液を落とせばその部分が図 1 に示すカーボンナノチューブ入り有機発光層 51 となる。インクジェット法により有機発光層 38 を形成する場合、図 4 に示す絶縁部材 41 及びセパレータ 42 が各表示素子 20 及び表示素子 20 内を区画しているため、有機発光層 38 の形成をし易くする。

【0051】

なお、本実施の形態では、第 1 電極要素を陽極電極 31、ホール輸送層 34 及びホール注入層 35、第 2 電極要素を電子注入層 36、電子輸送層 37 及び陰極電極 32 により、構成したが、有機発光層 38 との関係では、電子輸送層 37 と有機発光層 38 又はホール輸送層 34 と有機発光層 38 からなる 2 層構造でもよいし、電子輸送層 37、ホール輸送層 34 及び有機発光層 38 からなる 3 層構造でもよい。また、本実施の形態では、第 1 電極要素が陽極として機能し、第 2 電極要素が陰極として機能する形態として説明したが、「第 1」及び「第 2」は便宜上の符号にすぎない。

【0052】

ここで、本実施の形態に係る表示素子 20 の発光過程について図 1 を参照して説明する。表示素子 20 は、例えばパルス電圧を出力する不図示のドライバ IC によって駆動される。表示素子 20 の陽極電極 31 及び陰極電極 32 に閾値以上の電圧が印加された場合には、陽極電極 31 からホール注入層 35へホールが注入され、陰極電極 32 から電子注入層 36へ電子が注入される。ホールは、ホール輸送層 34 を介して有機発光層 38 内に輸送され、電子は、電子輸送層 37 を介して有機発光層 38 内に輸送される。カーボンナノ

チューブ入り有機発光層51では、ホール及び電子の移動度が向上するために、発光部60付近でホール及び電子が再結合して励起子が生成し、この励起子が有機発光層38内を移動する。励起子がドーバント色素のバンド間に相当するエネルギーを放出することにより、ドーバント色素が発光する。

【0053】

次に、前述した表示素子を用いた本発明に係る有機EL表示装置について図4を用いて説明する。図4に、本実施の形態に係る有機EL表示装置の概略構成図を示す。図4には、有機EL表示装置の構造を理解し易くするため、一部に断面図を含んでいる。図4に示す有機EL表示装置10は、複数個列状に配置された帯形状の第1電極要素としての陽極電極31と、これらの陽極電極31に交差するようにして複数個列状に形成した帯形状の溝43と、各溝43に絶縁層33を介して複数個列状に配置した帯形状の第2電極要素としての陰極電極32と、陽極電極31及び陰極電極32を覆うように形成し、且つ一部にカーボンナノチューブを混入した有機発光要素としての有機発光層38と、を有している。有機発光層38は、絶縁部材41によって基板30の平面方向に絶縁分離されており、絶縁分離された各要素が表示素子20としてそれぞれ独立に発光する。

【0054】

本実施の形態では、陽極電極31が基板30を覆っている。陽極電極31が基板30を覆うことで、陽極電極31としてITO等の透明電極を用いたときに、基板30として、ガラス等の透明な絶縁材料を用いれば、有機発光層38で発光した光を基板30の側から出射させることができる。従って、有機EL表示装置10の異なる2面を表示面として使用することができる。

【0055】

陽極電極31及び陰極電極32を列状に複数個形成することで、各表示素子20を線順次方向によるバツシブ駆動により駆動させることができる。バツシブ駆動とは、1つの陽極電極31及び1つの陰極電極32に同時に電圧を印加すると、陽極電極31と陰極電極32との交差した部分の有機発光層38が発光する駆動方法である。このとき、陽極電極31と陰極電極32とは、例えば不図示のドライバICと導通接続されている。ドライバICからは、複数の陽極電極31に対して表示画像に応じた信号電圧がクロックパルスに同期して入力され、複数の陰極電極32に対して順次走査電圧が印加される。

【0056】

なお、有機EL表示装置10をカラー表示用に構成する場合は、例えば、隣接する3つの表示素子20をそれぞれ順に赤色、青色、黄色に発光させればよい。このとき、それぞれの色に発光させるために有機発光層38に発光性物質を混入させてもよいし、それぞれの色に対応する色フィルターで各表示素子20を覆ってもよい。

【0057】

これらの電極及び溝43は、例えば、次のようにして形成することができる。まず、フォトリソグラフィ後、蒸着やスパッタリングにより陽極電極31を成膜する。その後、エッチングやサンドブラストにより陽極電極31を帯形状に形成する。溝43についてもエッチングやサンドブラストにより帯形状に形成する。その後、絶縁層33を介して蒸着やスパッタリングにより陰極電極32を形成する。

【0058】

(実施の形態2)

図5に本実施の形態に係る表示素子20の概略構成図を示す。本実施の形態に係る表示素子20は、有機発光層38内のカーボンナノチューブの混入位置が、第1の実施の形態で説明した混入位置とは異なる形態の表示素子である。なお、本実施の形態に係る表示素子20のカーボンナノチューブ混入位置以外の、例えば第1電極要素等の構成要素は総て第1の実施の形態で説明したものと同様であるため、これらの説明は省略する。また、本実施の形態に係る表示素子20を用いた図4に示す有機EL表示装置10のうち本実施の形態に係る表示素子20の有機発光層38以外の、例えば第1電極要素等の構成要素は総て第1の実施の形態で説明したものと同様であるため、これらの説明は省略する。

【0059】

図5に示す表示素子20には、セパレータ42より陰極電極32側の有機発光層38内に有機発光層38を横切る面とホール輸送層34との間にカーボンナノチューブを混入してカーボンナノチューブ入り有機発光層54を形成した。このとき、例えば、カーボンナノチューブは、ホール輸送層34及び上記横切る面を覆い、且つカーボンナノチューブ入り有機発光層54がホール輸送層34から上記横切る面まで連続するように混入されている。

【0060】

カーボンナノチューブを、ホール輸送層34を覆うように混入すると、カーボンナノチューブ入り有機発光層54とホール輸送層34との接合部の全域で、接合性を良好にすることができる。また、上記横切る面を覆い、且つカーボンナノチューブ入り有機発光層54がホール輸送層34から上記横切る面まで連続するようにカーボンナノチューブを混入すると、横切る面からホール輸送層34まで電子又はホールをカーボンナノチューブ入り有機発光層54内に確実に通し、有機発光層38にカーボンナノチューブを混入する実効を図ることができる。カーボンナノチューブの仕事関数が小さいことから、カーボンナノチューブを上記位置に混入することで、ホール輸送層34との接合性を良好にする。また、カーボンナノチューブを有機発光層38に混入することで有機発光層38内のホールの移動度を向上させることができる。そのため、陽極電極31と陰極電極32との間での有機発光層38の電気抵抗値を小さくすることができ、カーボンナノチューブを混入していない有機発光層を有する表示素子に比べて駆動電圧を小さくすることができる。

【0061】

なお、ホールの有機発光層38内での移動度が向上するため、ホールをカーボンナノチューブ入り有機発光層54の境界面のうち陰極電極32側の面付近に貯留させ易くし、ホール及び電子の再結合の位置がカーボンナノチューブ入り有機発光層54の境界面のうち陰極電極32側の面付近に移動することが想定される。そのためカーボンナノチューブ入り有機発光層54の境界面のうち陰極電極32側の面の位置を調整することで発光部60の位置を微調整することもでき、有機発光層38で発光した光を第1方向に出射させるときに光の有機発光層38での透過距離を短くして、光の出射効率を向上させることもできる。

【0062】

(実施の形態3)

図6に本実施の形態に係る表示素子20の概略構成図を示す。本実施の形態に係る表示素子20は、有機発光層38内のカーボンナノチューブの混入位置が、第1の実施の形態で説明した混入位置とは異なる形態の表示素子である。なお、本実施の形態の表示素子20のカーボンナノチューブ混入位置以外の、例えば第1電極要素等の構成要素は総て第1の実施の形態で説明したものと同様であるため、これらの説明は省略する。また、本実施の形態に係る表示素子20を用いた有機EL表示装置10のうち本実施の形態に係る表示素子20の有機発光層38以外の、例えば第1電極要素等の構成要素は総て第1の実施の形態で説明したものと同様であるため、これらの説明は省略する。

【0063】

図6に示す表示素子20には、セパレータ42より陽極電極31側の有機発光層38で有機発光層38を横切る面と電子輸送層37との間にカーボンナノチューブを混入してカーボンナノチューブ入り有機発光層53を形成した。このとき、例えば、カーボンナノチューブは、電子輸送層37及び上記横切る面を覆い、且つカーボンナノチューブ入り有機発光層53が電子輸送層37から上記横切る面まで連続するように混入する。

【0064】

カーボンナノチューブを電子輸送層37を覆うように混入すると、電子輸送層37からカーボンナノチューブ入り有機発光層53へ電子が移動し易くなる。また、上記横切る面を覆い、且つカーボンナノチューブ入り有機発光層53が電子輸送層37から上記横切る面まで連続するようにカーボンナノチューブを混入すると、上記横切る面からホール輸送

層 34 まで電子又はホールをカーボンナノチューブ入り有機発光層 53 内に確実に通し、有機発光層 38 にカーボンナノチューブを混入する実効を図ることができる。カーボンナノチューブを上記位置に混入することで、電子の移動度を向上させることができ、カーボンナノチューブ入り有機発光層 53 を電子放出源として作用させることができる。このとき、有機発光層 38 内の発光部 60 に印加電圧を集中させることができる。そのため、陽極電極 31 と陰極電極 32 との間での有機発光層 38 の電気抵抗値を小さくすることができ、カーボンナノチューブを混入していない有機発光層 38 を有する表示素子に比べて駆動電圧を小さくすることができる。

【0065】

なお、ホールと電子との有機発光層 38 内での移動度を考慮すると、電子とホールの再結合の位置はカーボンナノチューブ入り有機発光層 53 の境界面のうち陽極電極 31 側の面付近であることが想定される。そのためカーボンナノチューブ入り有機発光層 53 の境界面のうち陽極電極 31 側の面の位置を調整することで発光部 60 の位置を微調整することもでき、有機発光層 38 で発光した光を第 1 方向に射出させるときに光の有機発光層 38 での透過距離を短くして、光の射出効率を向上させることもできる。

【0066】

また、カーボンナノチューブは、図 7 に示すように、電子輸送層 37 と接しない位置から陽極電極 31 側の有機発光層 38 を横切るように混入してもよい。図 7 に示すカーボンナノチューブ入り有機発光層 53 においては、カーボンナノチューブが混入していない有機発光層 38 と比べて電気抵抗値が低くなるため、カーボンナノチューブを混入していない有機発光層を有する表示素子に比べて駆動電圧を小さくすることができる効果は発揮させることができる。

【0067】

(実施の形態 4)

図 8 に本実施の形態に係る表示素子 20 の概略構成図を示す。本実施の形態に係る表示素子 20 は、有機発光層 38 内のカーボンナノチューブの混入位置が、第 1 の実施の形態で説明した混入位置とは異なる形態の表示素子である。なお、本実施の形態の表示素子 20 のカーボンナノチューブ混入位置以外の、例えば第 1 電極要素等の構成要素は総て第 1 の実施の形態で説明したものと同様であるため、これらの説明は省略する。また、本実施の形態に係る表示素子 20 を用いた有機 EL 表示装置 10 のうち本実施の形態に係る表示素子 20 の有機発光層 38 以外の、例えば第 1 電極要素等の構成要素は総て第 1 の実施の形態で説明したものと同様であるため、これらの説明は省略する。

【0068】

図 8 に示す表示素子 20 には、セパレータ 42 より陰極電極 32 側の有機発光層 38 内でも有機発光層 38 を横切る面と電子輸送層 37 との間にカーボンナノチューブを混入してカーボンナノチューブ入り有機発光層 52 を形成した。このとき、例えば、図 8 に示すように、電子輸送層 37 を覆うようにカーボンナノチューブを有機発光層 38 に混入する。

【0069】

カーボンナノチューブを電子輸送層 37 を覆うように混入すると、電子輸送層 37 からカーボンナノチューブ入り有機発光層 52 へ電子が移動し易くなる。カーボンナノチューブを上記位置に混入することで、電子の移動度を向上させることができ、カーボンナノチューブ入り有機発光層 52 を電子放出源として作用させることができる。このとき、有機発光層 38 内の発光部 60 に印加電圧を集中させることができる。そのため、陽極電極 31 と陰極電極 32 との間での有機発光層 38 の電気抵抗値を小さくすることができ、カーボンナノチューブを混入していない有機発光層 38 を有する表示素子に比べて駆動電圧を小さくすることができる。

【0070】

また、カーボンナノチューブは、図 9 に示すように、電子輸送層 37 と接しない位置に混入してもよい。このとき、カーボンナノチューブは、有機発光層 38 を横切るように混入する。図 9 に示すカーボンナノチューブ入り有機発光層 52 は、カーボンナノチューブが

電子の移動度を高める機能を有することから、カーボンナノチューブ入り有機発光層 5 2 は、カーボンナノチューブが混入していない有機発光層 3 8 と比べて電気抵抗値が低くなる。そのため、カーボンナノチューブを混入していない有機発光層を有する表示素子 2 0 に比べて駆動電圧を小さくすることができる。

【0071】

(実施の形態 5)

図 10 に本実施の形態に係る表示素子 2 0 の概略構成図を示す。本実施の形態に係る表示素子 2 0 は、有機発光層 3 8 内のカーボンナノチューブの混入位置が、第 1 の実施の形態 (図 1) 及び第 4 の実施の形態 (図 8) で説明したカーボンナノチューブ混入位置を組み合わせて適用した形態の表示素子である。なお、本実施の形態の表示素子 2 0 のカーボンナノチューブ混入位置以外の、例えば第 1 電極要素等の構成要素は総て第 1 の実施の形態で説明したものと同様であるため、これらの説明は省略する。また、本実施の形態に係る表示素子 2 0 を用いた有機 EL 表示装置 1 0 のうち本実施の形態に係る表示素子 2 0 の有機発光層 3 8 以外の、例えば第 1 電極要素等の構成要素は総て第 1 の実施の形態で説明したものと同様であるため、これらの説明は省略する。

【0072】

図 10 に示す表示素子 2 0 には、セパレータ 4 2 より陰極電極 3 2 側の有機発光層 3 8 内で有機発光層 3 8 を横切る面と電子輸送層 3 7 との間にカーボンナノチューブを混入してカーボンナノチューブ入り有機発光層 5 5 a を形成し、セパレータ 4 2 より陽極電極 3 1 側の有機発光層 3 8 内で有機発光層 3 8 を横切る面とホール輸送層 3 4 との間にカーボンナノチューブを混入してカーボンナノチューブ入り有機発光層 5 5 b を形成した。このとき、例えば、図 10 に示すように、陰極電極 3 2 側では、電子輸送層 3 7 を覆うようにカーボンナノチューブを有機発光層 3 8 に混入し、陽極電極 3 1 側では、ホール輸送層 3 4 を覆うようにカーボンナノチューブを有機発光層 3 8 に混入する。

【0073】

カーボンナノチューブを電子輸送層 3 7 を覆うように混入すると、第 4 の実施の形態で説明したように電子輸送層 3 7 からカーボンナノチューブ入り有機発光層 5 5 a へ電子が移動し易くなり、電子の移動度が向上し、カーボンナノチューブ入り有機発光層 5 5 a を電子放出源として作用させることができるため、有機発光層 3 8 内の発光部 6 0 に印加電圧を集中させることができる。その結果、陽極電極 3 1 と陰極電極 3 2 との間での有機発光層 3 8 の電気抵抗値を小さくすることができ、カーボンナノチューブを混入していない有機発光層 3 8 を有する表示素子に比べて駆動電圧を小さくすることができる。

【0074】

また、カーボンナノチューブをホール輸送層 3 4 を覆うように混入すると、第 1 の実施の形態で説明したようにカーボンナノチューブ入り有機発光層 5 5 b とホール輸送層 3 4 との接合部の全域で、接合性を良好にすることができることに加え、ホールをカーボンナノチューブ入り有機発光層 5 5 b の境界面のうちホール輸送層 3 4 と反対の側の面付近に貯留させ易くする。そのため、発光部 6 0 で発光した光を第 1 方向に出射させるときに、有機発光層 3 8 を透過する光の透過距離が短くなり、出射効率を向上させることができる。

。 【図面の簡単な説明】

【0075】

【図 1】本発明に係る有機 EL 表示装置の構成単位である表示素子の 1 の実施形態の 1 例を示した概略構成図である。

【図 2】有機発光層のカーボンナノチューブ混入部の形態の 1 例を示した拡大概略図である。

【図 3】有機発光層のカーボンナノチューブ混入部の形態の 1 例を示した拡大概略図である。

【図 4】本発明に係る有機 EL 表示装置の実施形態の 1 例を示した概略構成図である。

- 【図5】表示素子の構成の形態の1例を示した概略構成図である。
【図6】表示素子の構成の形態の1例を示した概略構成図である。
【図7】表示素子の構成の形態の1例を示した概略構成図である。
【図8】表示素子の構成の形態の1例を示した概略構成図である。
【図9】表示素子の構成の形態の1例を示した概略構成図である。
【図10】表示素子の構成の形態の1例を示した概略構成図である。
【図11】従来の有機EL表示装置に使用される表示素子の概略構成図である。
【図12】従来の有機EL表示装置に使用される表示素子の概略構成図である。

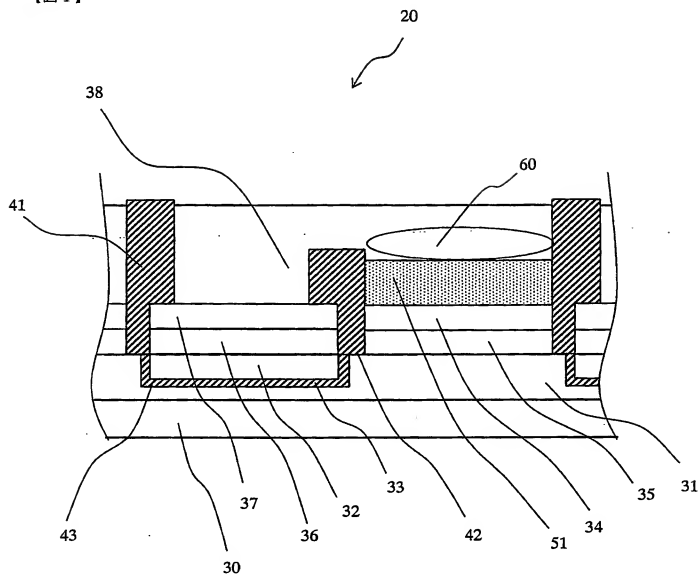
【符号の説明】

【0076】

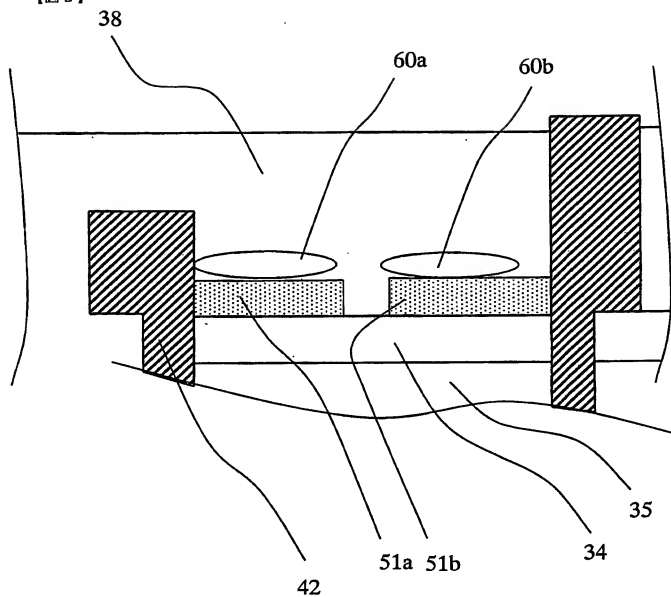
- 10 有機EL表示装置
20 表示素子
30 基板
31 陽極電極
32 陰極電極
33 絶縁層
34 ホール輸送層
35 ホール注入層
36 電子注入層
37 電子輸送層
38 有機発光層
41 絶縁部材
42 セパレータ
43 溝
51、52、53、54、55 カーボンナノチューブ入り有機発光層
60 発光部
100 表示素子
101 基板
102 陽極電極
103 ホール輸送層
104 発光層
105 電子輸送層
106 陰極電極
200 表示素子
201 基板
202 陽極電極
203 セパレータ
204 発光層
206 陰極電極

【書類名】 図面

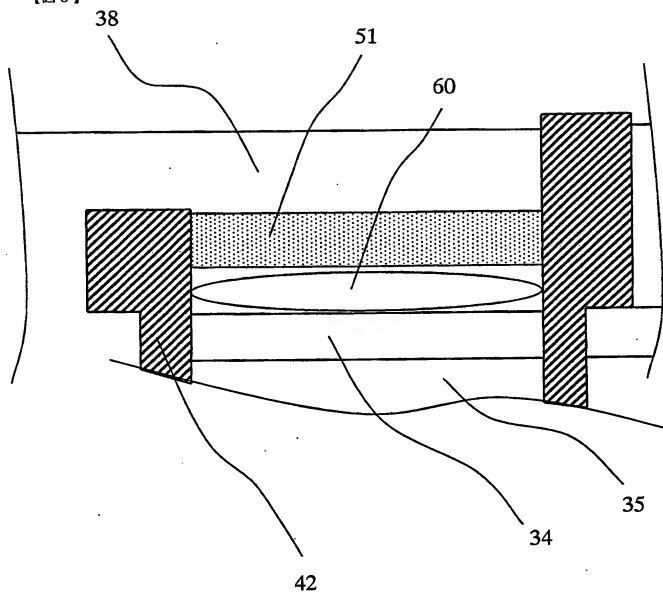
【图 1】



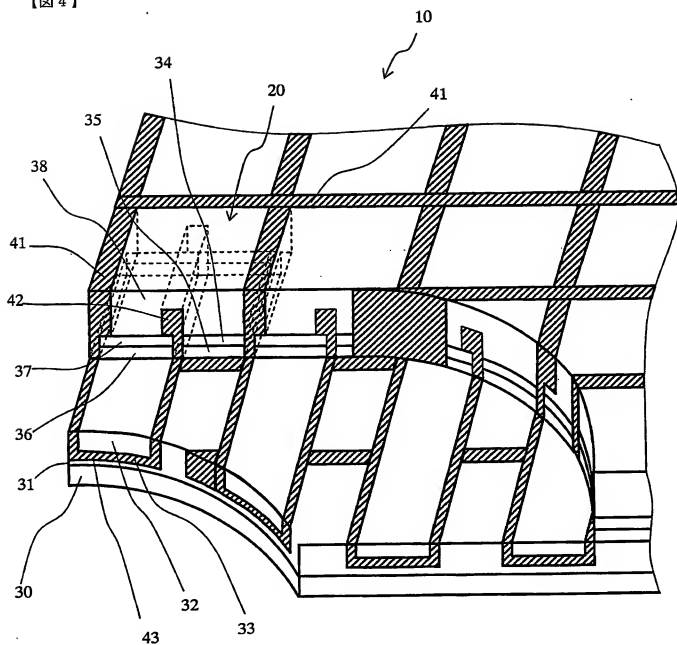
【図 2】



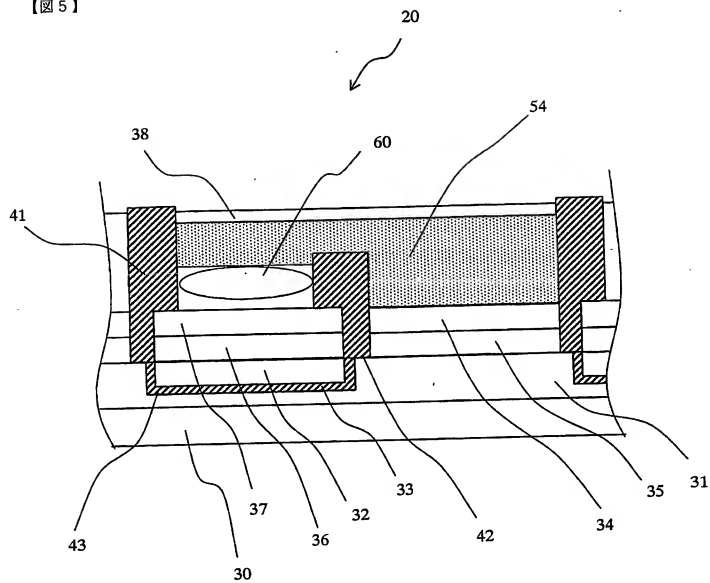
【図 3】



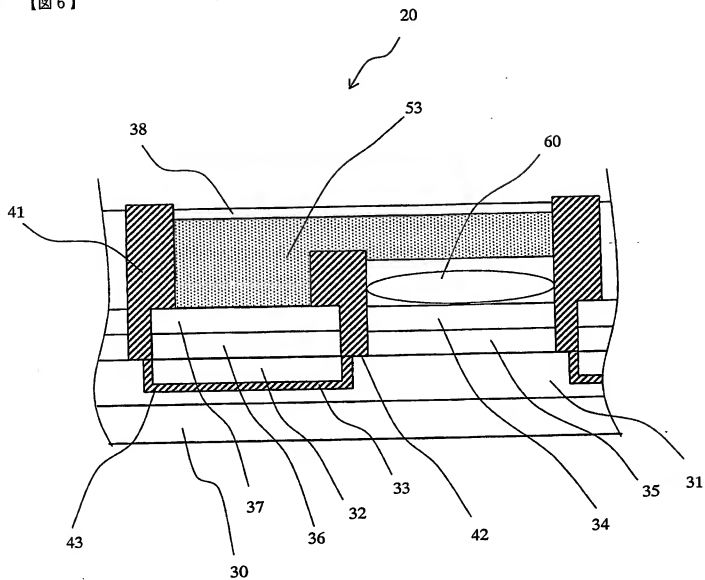
【図 4】



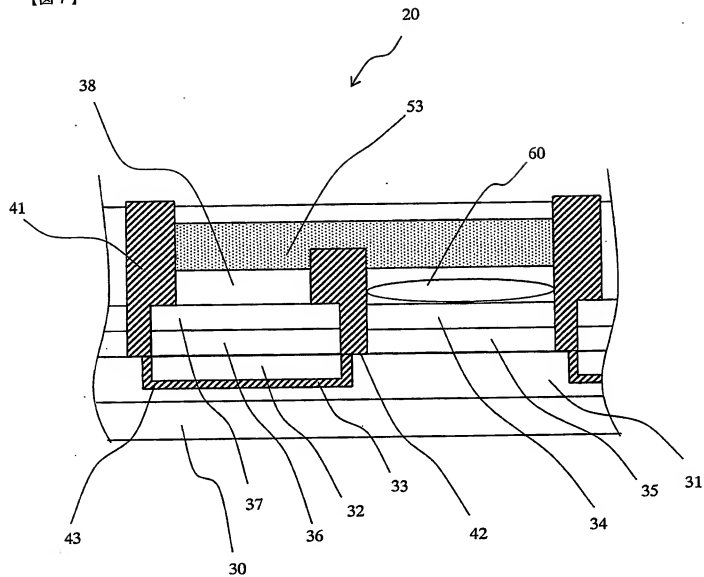
【図 5】



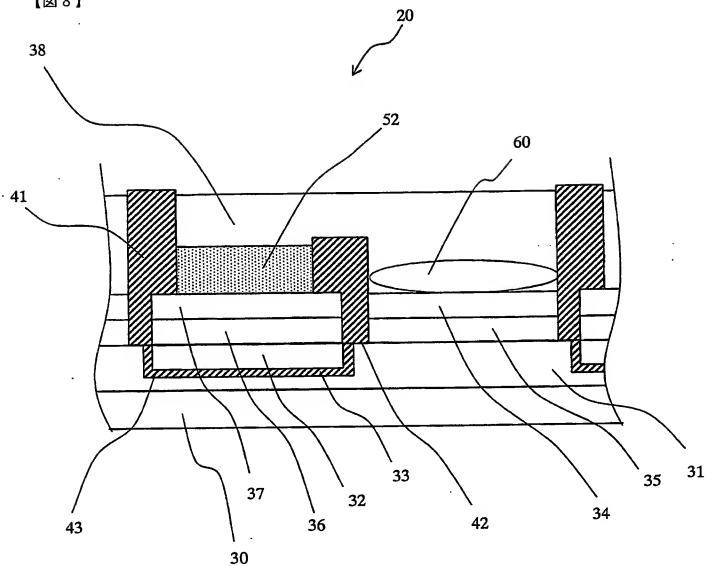
【図 6】



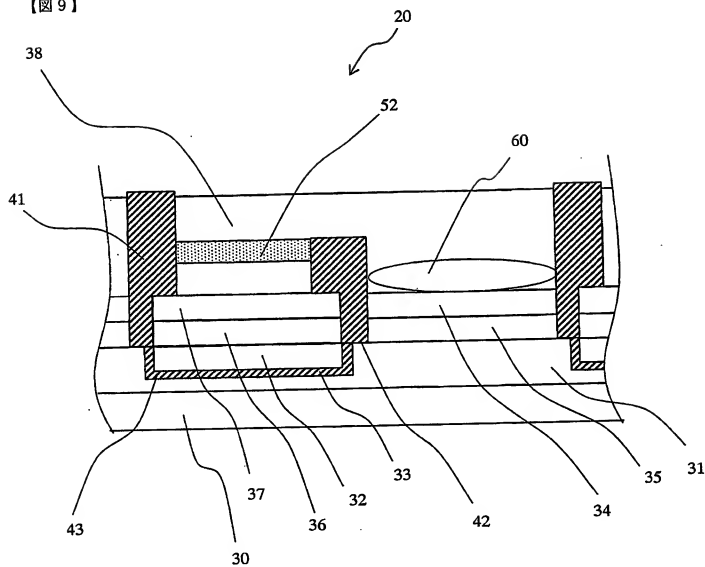
【図 7】



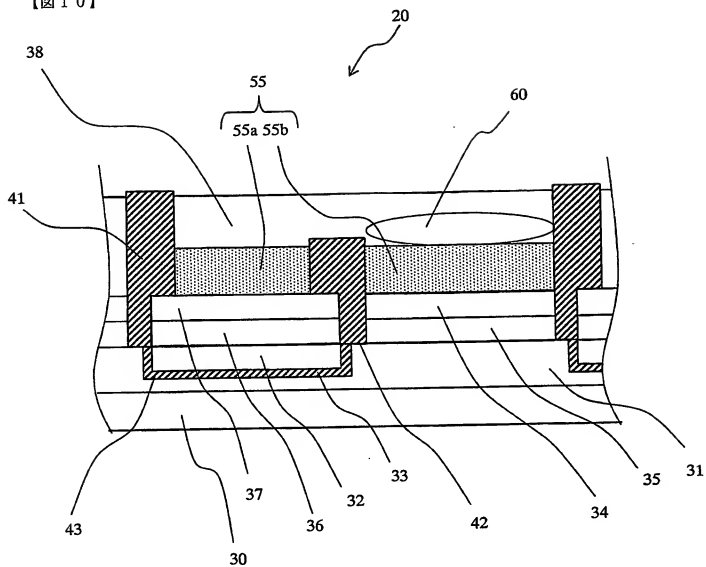
【図8】



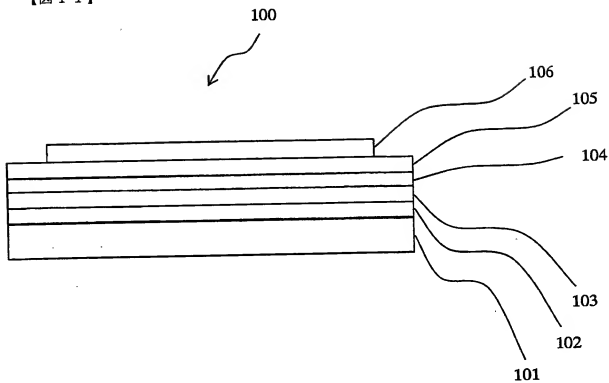
【図 9】



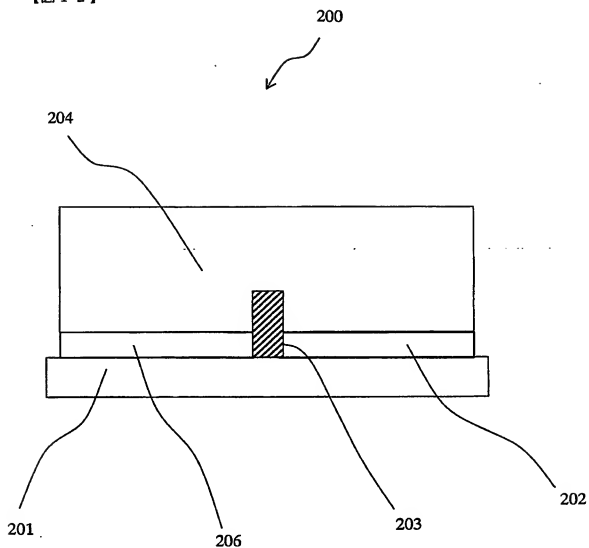
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】

本発明では、有機発光層で発光した光の光量の減少を抑制できる構造を有する表示素子を備える有機EL表示装置であって、駆動電圧が小さく、効率的に発光させることが可能な有機EL表示装置を提供することを目的とする。

【解決手段】

上記課題を解決するために、本発明に係る有機EL表示装置10では、基板30上に設けられた複数の表示素子20を備えた有機EL表示装置であって、表示素子のそれぞれは、基板上に配置された陽極電極31と、陽極電極に隣接して配置された陰極電極32と、陽極電極と陰極電極とによって与えられる電界により発光し、且つ陽極電極及び陰極電極の双方を覆うように基板上に形成された有機発光層38と、陽極電極と陰極電極との間に配置されており、少なくとも陽極電極と陰極電極とを基板の平面方向に絶縁分離するセパレータ42と、を有しており、カーボンナノチューブが有機発光層に混入されている。

【選択図】図4

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-405507
受付番号	50301999148
書類名	特許願
担当官	第四担当上席 0093
作成日	平成15年12月 5日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成15年12月 4日
-------	-------------

特願 2003-405507

出願人履歴情報

識別番号

[000116024]

1. 変更年月日

[変更理由]

住所
氏名

1990年 8月22日

新規登録

京都府京都市右京区西院溝崎町21番地
ローム株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.